



Aplicaciones del 25-0H-D₃ para mejorar el uso de calcio y fósforo en dietas para cerdas (II)

María Alejandra Pérez¹, Diego Braña², José Antonio Cuarón^{1,2}

¹ Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y Salud Animal, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México.

² Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal, INIFAP. México.

Experimento 1. Cerdas en lactación

En una granja comercial en el Estado de Jalisco (20° 54' N, 102° 38' O) a 1.973 metros de altitud sobre el nivel del mar, se comparó la respuesta productiva de 687 cerdas en lactación (21 ± 0.29 días) de 2.5 ± 0.301 partos, alimentadas con una dieta convencional que contenía 3.3 Mcal EM/kg, 1.09% de Ca y 0.35% de P digestible (Pd), vs. una dieta modificada con 3.15 Mcal EM/kg, 0.55% Ca y 0.25% Pd, que incluía 25-OH-D₃ (equivalente a 2,000 UI/kg, de Vitamina D₃, Hy•D, DSM Nutritional Products, México); las dietas se calcularon para el perfil nutricional descrito en el Cuadro 2, a partir de sorgo, maíz, harina de soja, harina de colza, soja integral extrusionada, subproductos de trigo y las premezclas convencionales de vitaminas y minerales. Se supervisó la alimentación *ad libitum* durante la lactación; los datos de producción se obtuvieron de los archivos del registro del control de producción durante un período de 8 meses, en el que la granja estuvo en recuperación de un rebrote de PRRS, por lo que se descartaron las observaciones con menos de 8 lechones nacidos vivos. Dentro del tratamiento, las camadas se estandarizaron durante las primeras 48 horas posparto a un mínimo de 10 lechones. Los resultados (Cuadro 3) se presentan como las medias de mínimos cuadrados, derivadas del análisis de varianza con las restricciones de un diseño de bloques completos al azar (los bloques fueron los grupos semanales de partos), facilitándose los cálculos con los procedimientos de los modelos lineales generales (GLM) de SAS.

Más allá de los problemas propios de la endemia y aquellos consecuencia de un bajo consumo de alimento en lactación, no se encontraron signos de problemas nutricionales durante el desarrollo del experimento y, aun cuando las deficiencias marginales de Ca o P no intervienen de forma importante en la productividad, es muy relevante que los niveles de Ca y P del control no contribuyeron positivamente. Mientras las cerdas del grupo control alcanzaron consumos medios de 67 g de Ca y 25.2 g/día de P digestible (considerado el efecto de la fitasa, e.g., +0.1 unidades porcentuales), las del grupo que recibió 25-OH-D₃ consumieron como promedio 35.7 g de Ca y 19.6 g/d de P digestible respectivamente, ambos nutrientes dentro del rango de los requerimientos ponderados según la pérdida de peso observada. Por lo tanto, los niveles convencio-



nales de Ca y P (dieta control) pueden considerarse excesivos y el exceso disminuirá la rentabilidad y afectará al medioambiente.

Adicionalmente, con el diseño de este experimento se presumió que la reducción de Ca en la dieta con 25-OH-D₃ contribuiría a una mejor utilización de la energía a nivel del intestino delgado y a una más efectiva función de la fitasa, lo que fue aparentemente posible porque, a igual consumo de pienso, la pérdida de peso de las cerdas en lactación fue similar ($P > 0.16$), mientras que la camada al destete fue 8.7% más pe-

Cuadro 2. Restricciones nutricionales para la formulación de dietas para cerdas en lactación (Experimento 1).

Nutrientes	Control	25-OH-D ₃ (4g/Ton)*
Mcal EM·kg ⁻¹	3.30	3.15
Proteína bruta, %	16.9	16.4
Lisina**, %	0.87	0.87
Treonina**, %	0.56	0.56
Triptófano**, %	0.18	0.18
Metionina**, %	0.26	0.26
Ca total, %	1.09	0.55
P digestible, %	0.35	0.25
Vitamina D ₃ , UI·kg ⁻¹	1,800	1,800
Coste relativo, %	100	93

Ambas dietas con fitasa; los niveles de Ca y P son los analizables.
 * Rovimix Hy•D, equivalente a 50 mg/ton de 25-OH-D₃.
 ** Aminoácidos, digestibilidad ileal estandarizada.

Cuadro 3. Respuesta de las cerdas adultas en condiciones de producción comercial*.

Variable	Control	25-OH-D ₃	SEM	P<
Peso de la cerda al parto, kg	207.0	204.2	1.01	0.78
Pérdida de peso en lactación, kg	11.6	11.0	0.81	0.16
Consumo promedio, kg/d	5.6	5.5	0.04	0.12
Tamaño de la camada, n	10.2	10.4	0.06	0.37
Peso inicial de la camada, kg	15.1	15.1	0.17	0.57
Lechones al destete, n	9.2	9.8	0.06	0.17
Peso al destete, kg	54.3	59.0	0.77	0.04
Intervalo destete-estro, d	5.6	5.1	0.34	0.67

Cerdas con un promedio de 2.5 ± 0.301 partos; destete a 21 ± 0.29 días. N = 687

* La granja estaba en proceso de recuperación del PRRS.

sada ($P < 0.04$). El consumo calculado de EM de las cerdas control fue de 18.5 Mcal/día, vs. 17.3 de las cerdas recibiendo la dieta con 25-OH-D₃, esto supone una diferencia de aproximadamente 200 kcal/kg de pienso. La dieta más baja en energía contenía significativamente menos soja integral (reduciendo la proporción de cascarilla), aumentándose en cambio la inclusión de harina de colza; por ello, la diferencia puede atribuirse a una mejor actividad de la fitasa (García, 2005; Soria et al., 2009), particularmente en el rendimiento de EN en la digestión. Sin embargo, y debido a la naturaleza del ensayo, no pueden hacerse deducciones sobre la vida productiva de las cerdas hasta medir las respuestas desde el crecimiento y alcanzar cuando menos cuatro ciclos reproductivos consecutivos.

Experimento 2. Cerdas en crecimiento

A continuación se muestran los primeros resultados de la inclusión de 25-OH-D₃ en el crecimiento y durante la vida productiva de las cerdas. El trabajo se realiza en una granja en el Estado de Sinaloa ($25^{\circ}02'N$ y $107^{\circ}38'O$) a una altitud promedio de 68 metros sobre el nivel del mar; el clima es semiseco, muy cálido y extremo con lluvias en verano. El período de medición que se presenta incorpora datos históricos, a partir de los que se mide el impacto de la inclusión de 25-OH-D₃. Los resultados son los datos de 4.526 cerdas al primer parto; 3.354 observaciones recabadas entre 2005 y 2009; 661 de 2009 a 2010, cuando se modificó el programa de manejo y finalmente 511 datos de cerdas que consumieron 25-OH-D₃ desde el destete (aproximadamente

desde los 21 días de vida) hasta el final de su primera gestación durante 2011. El programa de manejo de la reposición se ajustó para estimular la manifestación temprana de la pubertad e inseminar a la mayoría de las cerdas entre los 230 y los 270 días de vida, al segundo o tercer estro. Hasta el día 112 de vida los animales se alimentaron convencionalmente para asegurar la mayor tasa de crecimiento de la masa muscular; desde el día 112, las cerdas se sometieron a un programa de alimentación de recría de la reposición en 4 fases. El cálculo de estas dietas se ajustó a un programa de alimentación en el que se alcanzaron los niveles de Ca y P recomendados por el NRC (1998) para cerdos en crecimiento (Ca, 0.60; P, 0.55 y P digestible, 0.18%), evitando los usados convencionalmente, así como aquellos para cerdas reproductoras, incluyendo 25-OH-D₃ como se detalló antes.

Las fases de alimentación mantuvieron el mismo contenido de nutrientes, excepto para la energía que se diluyó por la incorporación de 0, 6, 9 y 14% de forraje (heno de pasto Sudán, *Sorghum drummondii*) finamente molturado en dietas maíz-harina de soja, en intervalos de 28 días a fin de limitar el consumo a 8 Mcal de EM/día, cuando las cerdas se alimentaron *ad libitum* en cuadras de 16 animales; en la fluctuación se estimó que el consumo diario máximo por cerda no rebasaría las 9 Mcal de EM. En la gestación, con el nivel más alto de forraje, se usaron niveles de Ca, 0.65, de P, 0.60 y de P digestible, 0.25%.

Los datos se analizaron como un modelo lineal completamente al azar. Con los procedimientos "Univariate", "FREQ", "GLM", "Mixed" y "REG de SAS", se estudiaron los efectos del tiempo (pe-

Cuadro 4. Evolución de la productividad de cerdas primerizas al aplicar un programa de manejo reproductivo (2009-2010) y uno de alimentación que incluía 25-OH-D₃ (2011).

	Datos históricos (2005-2009)	Adopción del programa de manejo (2009-2010)	Aplicación del programa de alimentación (2011)
N	3,354	661	511
Edad a la cubrición, d	230 ± 0.590	247 ± 1.480	247 ± 1.040
Lechones nacidos	11.9 ± 0.069	12.4 ± 0.174	12.9 ± 0.132
Nacidos vivos (LNV)	10.7 ± 0.071	11.3 ± 0.181	12.2 ± 0.137
LNV, %	89.6 ± 0.350	91.3 ± 0.880	94.5 ± 0.665

ríodos: 2005-2009, 2009-2010 y 2011), ajustándolos (covariable) al período de medición. Entre 2005 y 2009, así como en el período 2009-2010, los datos fueron una muestra aleatoria; en 2011 todas las observaciones se obtuvieron hasta el mes de abril. Adicionalmente, se usaron métodos de control estadístico de procesos para describir la evolución en los cambios de la productividad. La modificación del manejo reproductivo y la presión de producción impidieron que se pudiera evaluar apropiadamente el índice de selección de las cerdas de reposición. Los principales criterios de respuesta se presentan en el Cuadro 4 así como las medias de mínimos cuadrados ± el error estándar de la media.

Una vez puesto en práctica el programa de manejo, la edad a la primera inseminación aumentó aproximadamente 17 días ($P < 0.01$) ya que mejoró la identificación correcta de la pubertad y se evitó inseminar a las cerdas al primer estro, mejorándose con esto la tasa de natalidad en 0.5 lechones por parto. Aun cuando la tasa de crecimiento hasta la inseminación se redujo de 850 g/día hasta 630 g/día (después de aplicar el programa de alimentación), el peso de las cerdas después del parto fue idéntico $\approx 197 \pm 1.34$ kg, lo que implica una buena respuesta en gestación, compensando una diferencia de 11 kg en el peso de las cerdas al momento de su primera inseminación (144 vs. 155 kg). Por el contrario, las cerdas sujetas al nuevo programa de alimentación tuvieron menores ($P < 0.01$) pérdidas de peso en la primera lactación: 4.1 ± 0.70 vs. $6.7 \pm 0.41\%$ del peso al parto (-8 vs. -14 kg).

Con la adopción del programa de manejo reproductivo se registraron aumentos en la prolifi-

dad (+0.5 lechones) a consecuencia del aumento en la proporción de cerdas inseminadas entre los 230 y 270 días (88.4 vs. 43.7%), siendo prácticamente nulas las inseminaciones al primer estro, pero con la incorporación de las cerdas que recibieron el programa de alimentación que incluyó 25-OH-D₃ desde el destete, se logró 0.5 lechones adicionales en la tasa de natalidad. Curiosamente, mientras el manejo reproductivo aumentó el número de lechones nacidos vivos en casi 2%, cuando se aplicó el programa de alimentación la tasa de aumento en relación a la situación histórica fue del 5.5%.



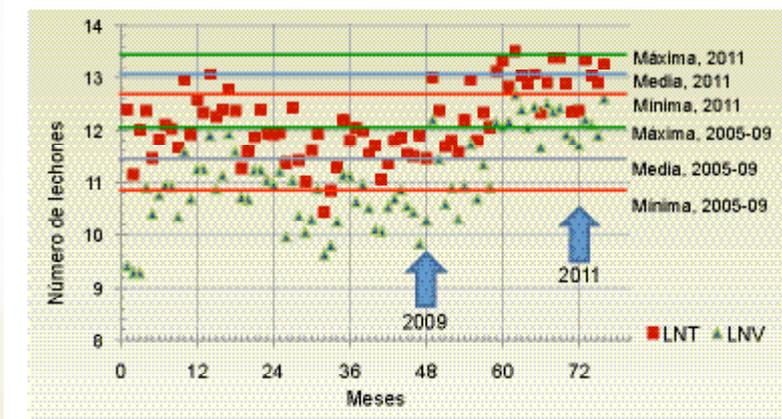


Figura 3. Proporción de cerdas aptas para la reproducción según la calificación de la solidez estructural (>6 puntos, NSIF)

La Figura 3 es una gráfica genérica de Shewhart como método estadístico para el control de procesos (De Vries y Reneau, 2010), en la que se indican los cambios en el número de lechones nacidos totales (LNT) y los nacidos vivos (LNV) en función del tiempo, en meses consecutivos desde enero de 2005 al mes de abril de 2011; los puntos son los promedios mensuales y las líneas horizontales indican la media $\pm 2S$ de los meses de 2005 a 2009 y de 2011. La mejora consistente en la prolificidad de las primíparas y en la supervivencia de sus lechones se puede ver desde el año 2010 (mes 60) y conviene aclarar que la adición del 25-OH-D₃ a todas las dietas se llevó a cabo desde el mes de octubre de 2009, por lo tanto los partos del 2010 y del 2011 corresponden a cerdas en cuya gestación se incluyó 25-OH-D₃.

Los efectos del 25-OH-D₃ pueden distinguirse de la respuesta al mejor manejo reproductivo y están mezclados con los cambios en el programa



de alimentación (corrección de los niveles de Ca y uso de forrajes durante el crecimiento), pero los partos de las cerdas que crecieron con este programa son medibles hasta 2011, por lo que la mejor prolificidad y supervivencia de los lechones bien podría atribuirse como un efecto del 25-OH-D₃ en gestación, más que a la mejora en el manejo reproductivo. Esto fue sugerido por un mismo grupo de trabajo (Coffey *et al.* 2011 y Hines *et al.*, 2011) aunque con un número muy limitado de observaciones.

Conclusiones

Los resultados de la aplicación de 25-OH-D₃ en programas de alimentación para cerdas reproductoras son muy satisfactorios, porque se ha corroborado la posibilidad de aumentar la eficiencia de uso del Ca y del P en la dieta, disminuyendo la contaminación ambiental y disminuyendo el coste de los piensos.

Asimismo, con la inclusión de 25-OH-D₃ en la dieta y, teóricamente, obteniendo niveles más altos de este en el plasma sanguíneo, se pueden entrever ventajas en la fisiología de los animales que repercuten en la mejora de la productividad y, potencialmente, de la salud.

Los autores declaran que no hay conflictos de interés.

Agradecimientos

- Alfonso Torres Jesús y Carlos Yescas. Porcicultores del Humaya, Sinaloa, México.
- Alejandro Castellanos. Tepatitlán, Jalisco, México.
- Jorge Cervantes López. DSM Nutritional Products México.
- José-Ángel López, DSM Nutritional Products Iberia.

Las referencias bibliográficas están a disposición de los lectores bajo solicitud: jose-angel.lopez@dsm.com